




Verfahren und Vorrichtung zum Fertigen von komplexen Werkstücken

Patent number: DE19713860
Publication date: 1998-10-08
Inventor: WIEDEMANN GERHARD DIPL ING (DE)
Applicant: KUKA SCHWEISSANLAGEN GMBH (DE)
Classification:
 - international: B23Q7/14; B21D43/04; B23Q39/00; B23Q41/00; B23P23/00; B23P21/00; B62D65/00
 - european: B23K37/047; B23P21/00B; B23Q7/14; B23Q41/02; B62D65/00
Application number: DE19971013860 19970404
Priority number(s): DE19971013860 19970404

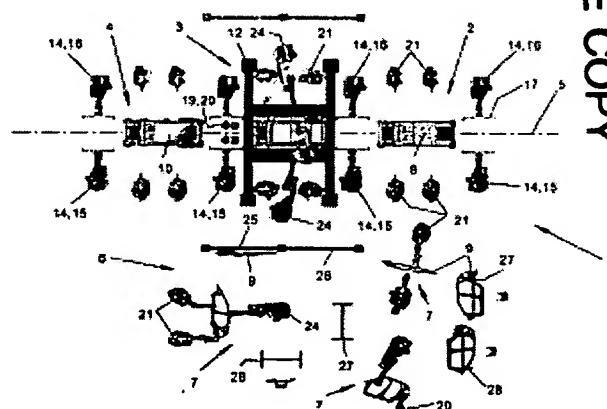
Also published as:

 WO9845085 (A1)
 EP0977651 (A1)
 EP0977651 (B1)

Report a data error

Abstract of DE19713860

A process and device are disclosed for manufacturing complex parts, in particular car bodies, in a manufacturing plant (1) in which the parts (8) are successively transported along a transfer line (5) through several work stations (2, 3, 4) and machined therein. The parts are transported between the work stations (2, 3, 4) by robot-assisted transport units (14) which preferably consist each of at least two transfer robots (15, 16) arranged on either side of the transfer line (5). The transfer robots (15, 16) lift the parts (9) in a synchronous motion from one work station (2, 3) to the adjacent work station (3, 4) and position it therein. After transporting the parts (8), the transport units (14) can change tools and carry out other machining operations on the parts (8).



BEST AVAILABLE COPY

Data supplied from the esp@cenet database - Worldwide



19 BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENTAMT

12 Offenlegungsschrift
10 DE 197 13 860 A 1

21 Aktenzeichen: 197 13 860.8
22 Anmeldetag: 4. 4. 97
43 Offenlegungstag: 8. 10. 98

51 Int. Cl.⁶:
B 23 Q 7/14
B 21 D 43/04
B 23 Q 39/00
B 23 Q 41/00
B 23 P 23/00
B 23 P 21/00
B 62 D 65/00

DE 197 13 860 A 1

71 Anmelder:
Kuka Schweißanlagen GmbH, 86165 Augsburg, DE

74 Vertreter:
Ernicke und Kollegen, 86153 Augsburg

72 Erfinder:
Wiedemann, Gerhard, Dipl.-Ing. (FH), 86836
Graben, DE

56 Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht
zu ziehende Druckschriften:

DE 41 00 477 C2
DE 37 20 175 C2
DE 35 06 314 C2
DE 32 43 335 C2
DE 195 23 294 A1
DE 195 05 622 A1
DE 41 42 121 A1
DE 38 23 947 A1

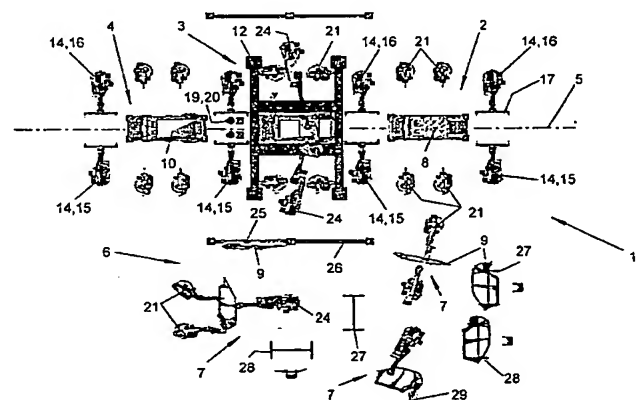
DE 36 06 058 A1
DE 92 11 841 U1
DE 91 05 490 U1
DE 44 45 563 U1
DD 2 71 869 A1
FR 27 12 833 A1
GB 22 60 717 A
US 43 10 958
EP 05 79 160 B1
EP 02 13 033 A1
WO 94 19 145 A1

FILL, Wolfgang: Roboter sorgen für individuelles
Abstapeln. In: VDI nachrichten, Nr. 42,
21. Okt. 1994, S.23;
LEIN, G.: Verkettung von Pressen mit
Industrierobotern. In: Zwf 89, 1994, 9, S.423-425;

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

54 Verfahren und Vorrichtung zum Fertigen von komplexen Werkstücken

57 Die Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Vorrichtung zum Fertigen von komplexen Werkstücken, insbesondere Fahrzeugkarosserien, in einer Fertigungsanlage (1). Die Werkstücke (8) werden dort entlang einer Transferlinie (5) nacheinander durch mehrere Arbeitsstationen (2, 3, 4) transportiert und dort bearbeitet. Zwischen den Arbeitsstationen (2, 3, 4) erfolgt der Transport durch roboterunterstützte Transporteinheiten (14), die vorzugsweise jeweils aus mindestens zwei beidseits der Transferlinie (5) angeordneten Transferrobotern (15, 16) bestehen. Die Transferroboter (15, 16) heben die Werkstücke (8) in einer abgestimmten synchronen Bewegung von einer Arbeitsstation (2, 3) in die benachbarte Arbeitsstation (3, 4) über und positionieren sie dort. Die Transporteinheiten (14) können nach dem Transport das Werkzeug wechseln und andere Bearbeitungsvorgänge an den Werkstücken (8) durchführen.



DE 197 13 860 A 1

Beschreibung

Die Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Vorrichtung zum Fertigen von komplexen Werkstücken, insbesondere von Fahrzeugkarosserien, in einer Fertigungsanlage mit den Merkmalen in Oberbegriff des Verfahrens- und Vorrichtungshauptanspruches.

In der Praxis ist eine solche Fertigungsanlage als sogenannte Transferanlage bekannt. Sie besteht aus mehreren entlang einer Transferlinie angeordneten Arbeitsstationen, zwischen denen die Karosserieteile taktweise transportiert werden. Als Transportmittel kommt ein Hubshuttle zum Einsatz, das sich in einer geraden Bahn durch die Arbeitsstationen erstreckt. Das Hubshuttle zwingt alle Arbeitsstationen zum gleichen Arbeits- und Fördertakt und erfordert außerdem gleichmäßige Stationsabstände aufgrund der konstanten Hublänge. Die bekannten Fertigungsanlagen sind dadurch in ihrer Funktion und Kapazität beschränkt.

Es ist Aufgabe der vorliegenden Erfindung, die Ausbildung und Funktion der bekannten Fertigungsanlagen zu verbessern.

Die Erfindung löst diese Aufgabe mit den Merkmalen im Verfahrens- und Vorrichtungshauptanspruch.

Die Erfindung sieht vor, das Hubshuttle durch roboterunterstützte Transporteinheiten zu ersetzen. Der Werkstücktransport kann dadurch wesentlich flexibler erfolgen. Dies ermöglicht zum einen variable Förder- und Arbeitstakte der Arbeitsstationen und zum anderen eine wesentlich höhere Flexibilität in der Handhabung der Werkstücke. Mit dem bekannten Hubshuttle waren nur gerade Transportbewegungen möglich, wobei auch bestimmte Hubhöhen und entsprechende Positionsvorgaben in den Arbeitsstationen eingehalten werden mußten. Diese Beschränkungen bestehen bei den erfindungsgemäßen Transporteinheiten nicht mehr. Vielmehr können die Förderhublängen und auch die Bewegungen von Station zu Station völlig unterschiedlich sein. Dabei lassen sich die Werkstücke auch wesentlich flexibler als bisher positionieren, indem sie z. B. gekippt, gedreht oder in sonstiger Weise in ihrer Position während des Transportes und bei der Aufnahme bzw. Ablage verändert werden können. Mit der erfindungsgemäßen Transporttechnik kann auch Platz gespart werden, weil die Arbeitsstationen enger aneinander rücken können und außerdem nicht mehr in einer exakt geraden Transferlinie angeordnet sein müssen. Die Transferlinie kann vielmehr beliebige Formen haben.

In der bevorzugten Ausführungsform bestehen die Transporteinheiten aus zwei oder mehr beidseits der Transferlinie zwischen den Arbeitsstationen angeordneten Transportrobotern mit geeigneten Transportwerkzeugen. Diese arbeiten in einer abgestimmten und vorzugsweise synchronen Transportbewegung. Sie fassen die Werkstücke beidseits und geben sie von einer Arbeitsstation in die benachbarte.

Bei dem derzeitigen Stand der Robotertechnik ist die erfindungsgemäße Transporttechnik nicht nur schneller und flexibler, sondern auch kostengünstiger und damit wirtschaftlicher als die vorbekannten Konstruktionen. Hinzu kommt, daß die Transportroboter während des Arbeitstaktes der Arbeitsstationen zusätzliche Aufgaben übernehmen können, indem sie z. B. Bearbeitungsvorgänge an Werkstück durchführen. Die Transportroboter können dadurch wesentlich besser ausgelastet werden, was die Wirtschaftlichkeit noch weiter steigert. Außerdem können die zwischen den Arbeitsstationen positionierten Transportroboter besonders gut die bearbeitungskritischen Front- und Heckbereiche der Werkstücke erreichen.

In weiterer Ausbildung der Erfindung ist vorgesehen, daß sich an ein oder mehrere Arbeitsstationen ein- oder beidseitig Teilefertigungsbereiche anschließen, in denen Werk-

stücke als Baugruppen oder Einzelteile hergestellt und den angeschlossenen Arbeitsstationen übergeben werden. Dies ermöglicht eine besonders komplexe Fertigungsanlage, die auch höchsten Anforderungen an Präzision und Flexibilität in der Fertigungstechnik gerecht wird. In Interesse einer hohen Flexibilität werden die bereitgestellten Werkstücke über Spannrahmen mit Zuführrobotern zugeführt, die zugleich eine exakte Positionierung und Spannung dieser Werkstücke innerhalb der Arbeitsstation ermöglichen.

Die Spannrahmen können zur Neubestückung in die Teilefertigungsbereiche zurückgeführt werden. Alternativ können sie aber auch am Werkstück verbleiben und mit diesem in die nächste und eventuell weitere Arbeitsstationen transportiert werden. Die Spannrahmen können dabei außerdem als Transportwerkzeug benutzt werden.

In der bevorzugten Ausführungsform sind alle Arbeitsstationen und vorzugsweise auch alle Teilefertigungsbereiche komplett mit Robotern ausgerüstet, die sämtliche Transport- und Handhabungsaufgaben mit den Werkstücken und deren Teilen durchführen.

Die erfindungsgemäße Fertigungstechnik ist besonders für hochkomplexe Werkstücke, wie Rohkarosserien von Fahrzeugen vorgesehen und geeignet. Entlang der Transferlinie wird dabei vorzugsweise die Bodengruppe transportiert und nach und nach in sich aufgerüstet sowie mit den zusätzlichen Karosserieteilen und Baugruppen, wie Seitenwänden, Dach etc. ergänzt und zu einer komplettierten Rohkarosserie geheftet und fertig geschweißt.

In den Unteransprüchen sind weitere vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung angegeben.

Die Erfindung ist in den Zeichnungen beispielsweise und schematisch dargestellt. Im einzelnen zeigen:

Fig. 1 eine Draufsicht auf eine Fertigungsanlage mit mehreren Arbeitsstationen und Teilefertigungsbereich im Ausschnitt,

Fig. 2 eine perspektivische Darstellung der Fertigungsanlage von Fig. 1,

Fig. 3 eine vergrößerte Ausschnittsdarstellung von 2 Arbeitsstationen in perspektivischer Darstellung,

Fig. 4 eine perspektivische Ansicht der Anordnung von Fig. 3 aus einem anderen Blickwinkel,

Fig. 5 eine Stirnansicht einer Arbeitsstation entlang der Transferlinie beim Arbeitstakt und

Fig. 6 eine Variante zu Fig. 5 in der Darstellung beim Fördertakt.

Fig. 1 zeigt in der Draufsicht und in einem Ausschnitt eine Transferanlage (1), die aus mehreren Arbeitsstationen (2, 3, 4) und ggf. aus ein oder mehreren Teilefertigungsbereich (6) besteht. Der Übersicht halber sind nur einige Arbeitsstationen und nur ein Teilefertigungsbereich dargestellt.

Die Arbeitsstationen (2, 3, 4) sind entlang einer Transferlinie (5) angeordnet, die sich als gedankliche und richtungsmäßig zu verfolgende Verbindungslinie mitten durch die Stationen (2, 3, 4) erstreckt. Die Transferlinie (5) ist in der gezeigten Ausführungsform gerade. Sie kann aber auch eine abweichende Form haben und z. B. in einem Bogen gekrümmt, über Eck geführt oder in beliebig anderer Weise geformt sein.

Die Arbeitsstationen (2, 3, 4) sind entlang der Transferlinie (5) hintereinander mit Abstand aufgereiht. Im Zwischenraum zwischen den Arbeitsstationen (2, 3, 4) befinden sich jeweils roboterunterstützte Transporteinheiten (14), die Werkstücke (8) von Station zu Station transportieren und dabei vorzugsweise in einer Schwenkbewegung überheben.

Die Werkstücke (8) sind hochkomplexe Bauteile, die zudem eine erhebliche Größe und ein hohes Gewicht aufweisen können und entsprechend unhandlich sind. Sie können

von einem Roboter allein kaum gehandhabt werden. Vorzugsweise handelt es sich um Rohkarosserien von Fahrzeugen, die mit einer Bodengruppe beginnend entlang der Transferlinie (5) nach und nach aufgebaut und fertiggestellt werden.

Hierbei werden aus ein oder mehreren ein- oder beidseits der Transferlinie (5) an die Arbeitsstationen (2, 3, 4) angeschlossenen Teilefertigungsbereichen (6) Werkstückteile, z. B. Karosseriebaugruppen zugeführt und angebaut. Im gezeigten Ausführungsbeispiel werden Seitenwände (9) und das Dach (10) gefertigt und/oder zugeführt. Die Dachfertigung kann z. B. extern an einer anderen Stelle geschehen. Die Werkstücke (8, 9, 10) sind der Übersichtlichkeit wegen teilweise schematisch angedeutet und nur in Umrissen dargestellt.

In den Arbeitsstationen (2, 3, 4) werden ein oder mehrere unterschiedliche und komplexe Bearbeitungsvorgänge an den Werkstücken (8, 9, 10) durchgeführt. In dem gezeigten Anlagenausschnitt wird z. B. in der Arbeitsstation (2) in einer Vorfertigung die Bodengruppe (8) von ein oder mehreren ein- oder beidseits angeordneten Bearbeitungsrobotern (21) geschweißt oder auf andere Weise bearbeitet. Hierbei können auch Einzelteile zugeführt und montiert werden. In der nächsten Arbeitsstation (3), einer sogenannten Framing-Station, kommen die beiden Seitenwände (9) und das Dach (10) hinzu und werden durch Schweißen geheftet. Die so vorstabilisierte Rohkarosserie wird in der folgenden Arbeitsstation (4) in einem ersten Arbeitsgang ausgeschweißt. Hieran können sich weitere Stationen, z. B. eine Docking-Station etc. anschließen. Eingangseitig können vor der Arbeitsstation (2) mit der Vorfertigung weitere Rüst-, Montage- oder sonstige Bearbeitungsstationen angeordnet sein.

Die roboterunterstützten Transporteinheiten (14) sind Zwischenraum zwischen den Arbeitsstationen (2, 3, 4) angeordnet. Der Transport erfolgt vorzugsweise in einer Überhebe- und Schwenkbewegung. Innerhalb der Arbeitsstationen (2, 3, 4) sind die Werkstücke (8) auf geeigneten Werkstückaufnahmen (11) mit Positionierelementen, z. B. Steckdornen oder dergleichen gehalten. Die Werkstücke (8) können dabei selbsttragend sein oder auf Traggerüsten, z. B. Paletten, angeordnet sein. Auf den Werkstückaufnahmen (11) werden dann die Werkstücke (8) direkt oder über die Paletten exakt positioniert.

In der bevorzugten Ausführungsform bestehen die Transporteinheiten (14) aus jeweils zwei oder mehr beidseits der Transferlinie (5) im Zwischenraum angeordneten Transportrobotern (15, 16), die mit geeigneten Transportwerkzeugen (17) ausgerüstet sind. Die Transportroboter (15, 16) sind in ihren Bewegungen und Funktionen beim Werkstücktransport aufeinander abgestimmt und vorzugsweise mit einer gemeinsamen Steuerung (nicht dargestellt) verbunden. Bei der gezeigten geraden Transferlinie (5) bewegen sich die paarweisen Transportroboter (15, 16) synchron.

In Abwandlung der gezeigten Ausführungsform können auch mehr als zwei Transportroboter (15, 16) zwischen den Arbeitsstationen (2, 3, 4) angeordnet sein, wobei gegebenenfalls eine Zwischenübergabe und eventuell auch eine Zwischenpositionierung der Werkstücke (8) auf Ablagen stattfindet. Dies kann z. B. bei gekrümmten Transferlinien (5) der Fall sein.

Das Transportwerkzeug (17) besteht beispielsweise aus einem von der Roboterhand horizontal gehaltenen Tragbalken mit hochstehenden Stütz- und Positionierstiften, mit denen das Werkstück (8) in Randbereich an der Unterseite an vorbereiteten Stellen untergriffen, angehoben, in die Nachbarstation gebracht und dort wieder abgesetzt wird.

Entlang der Transferlinie (5) kann der Förder- und Arbeitstakt der Arbeitsstationen (2, 3, 4) variieren. Hierbei könne

gegebenenfalls auch Stau- oder Wartepositionen oder Verzweigungen bzw. Parallelanordnungen von Arbeitsstationen vorgesehen sein. In der gezeigten Anordnung ist der Arbeits- und Fördertakt in den Arbeitsstationen (2, 3, 4) gleich.

5 Variieren können gegebenenfalls auch die Abstände zwischen den Arbeitsstationen (2, 3, 4). Außerdem können die Werkstückaufnahmen (11) in den Stationen eine unterschiedliche Form haben. Zum Beispiel können sie Schräglagen, Drehstellungen oder sonstige unterschiedliche Positioniermöglichkeiten für das Werkstück (8) haben. Mit diesen variablen Positioniermöglichkeiten lassen sich z. B. die Zugangsmöglichkeiten zum Werkstück (8) optimieren. Die Werkstückaufnahmen (11) können außerdem in sich beweglich sein und während des Arbeitstaktes die Positionen für
15 eine weitere Optimierung der Erreichbarkeit ändern.

Die Transportroboter (14, 15) können außer dem Werkstücktransport auch Zusatzaufgaben übernehmen. Zu diesem Zweck sind die Roboterhände mit Wechselkupplungen (18) ausgestattet, die einen Werkzeugtausch erlauben. Im Arbeitsbereich, vorzugsweise in Zwischenraum zwischen den Arbeitsstationen (2, 3, 4) sind dann ein oder mehrere Magazine (20) für Wechselwerkzeuge (19), z. B. Schweißwerkzeuge, angeordnet. Fig. 1 verdeutlicht dies an der Schnittstelle zwischen den Arbeitsstationen (3, 4). Die
25 Transportroboter (15, 16) können dann während des Arbeitstaktes der Station die Heck- und/oder Frontpartie des Werkstückes (8) bearbeiten. Hierbei ist es außerdem möglich, daß die Roboter (15, 16) in beiden benachbarten Arbeitsstationen (3, 4) arbeiten.

In der bevorzugten Ausführungsform der Fertigungsanlage (1) werden sämtliche Transport- und Handhabungsaufgaben von Robotern übernommen. Außerdem werden vorzugsweise auch alle Bearbeitungsvorgänge von Robotern durchgeführt. Hierzu sind in den einzelnen Arbeitsstationen
35 (2, 3) sowohl ein oder mehrere Bearbeitungsroboter (21) angeordnet. Außerdem können Zuführroboter (24) vorhanden sein, die extern hergestellte Werkstückteile (9, 10), die z. B. aus einem angeschlossenen Teilefertigungsbereich (6) stammen, an die Arbeitsstationen (2, 3, 4) zuführen.

Im gezeigten Ausführungsbeispiel ist die Heftstation (3) als sogenannte Framing-Station ausgebildet. Sie besitzt eine Stationsrahmen (12), der portalartig ausgebildet ist. Auf den Portal (12) können ein oder mehrere Portalroboter (23) angeordnet sein, die z. B. in der Heftstation das Dach (10) zuführen. Beidseits der Transferlinie (5) sind am Stationsrand Zuführroboter (24) angeordnet, die ebenfalls Werkstückteile (9), hier z. B. die Seitenwände, an die Bodengruppe (8) zuführen und positionieren. Mit Bearbeitungsrobotern (21) werden die Heftschweißungen gesetzt.

Die Werkstückteile (9, 10) stammen aus ein oder mehreren ein- oder beidseits der Transferlinie (5) angeordneten Teilefertigungsbereichen (6). In gezeigten Ausführungsbeispiel sind an die Heftstation (3) beidseits zwei Teilefertigungsbereiche (6) für die Seitenwände (9) angeschlossen. Der Übersicht halber ist nur ein solcher Bereich dargestellt.

Die Seitenwände (9) werden hierbei über Spannrahmen (25) zugeführt. Die Spannrahmen (25) sind in ein oder mehreren Rahmenaufnahmen (26) lösbar gehalten, die sich an der Schnittstelle zwischen der Arbeitsstation (3) und den
60 Teilefertigungsbereich (6) befinden. An dieser Schnittstelle sind auch jeweils die Zuführroboter (24) angeordnet, die die beladenen Spannrahmen (25) aufnehmen und mitsamt der Seitenwand (9) an die Bodengruppe (8) zustellen und dort positionieren. In ähnlicher Weise können auch die Portalroboter (23) mit dem Dach (10) arbeiten. Fig. 2 und 3 verdeutlichen diese Technik in zwei unterschiedlich großen perspektivischen Ausschnitten.

Die Spannrahmen (25) werden in der Arbeitsstation (3)

über geeignete stationäre Positioniervorrichtungen (13) am Stationsrahmen positioniert. Die Spannrahmen (25) können sich dabei auch aneinander abstützen und gegenseitig verbunden sein, wobei sie ein käfigartiges Spannrahmengehäuse bilden. Die Seitenwände (9) und gegebenenfalls das Dach (10) erhalten dadurch ihre exakte Position gegenüber der Bodengruppe (8) und werden in dieser Stellung durch geeignete Werkzeuge an den Bearbeitungsrobotern (21) und/oder den Spannrahmen (25) gespannt. Nach dem Heften werden die Spannrahmen (25) von den Werkstückteilen (9, 10) gelöst und von den Zuführrobotern (24) leer an die Rahmenaufnahmen (26) übergeben, wo sie erneut aus dem Teilefertigungsbereich (6) bestückt werden können.

Der Teilefertigungsbereich (6) arbeitet vorzugsweise im gleichen Takt wie die eng benachbarte Arbeitsstation (3). In der in Fig. 1 beispielsweise dargestellten Ausführungsform wird die Seitenwand (9) nach und nach aus Einzelteilen aufgebaut. Hierfür sind mehrere Ablagen (27, 28) für die einzelnen Teile vorgesehen. In ein oder mehreren Arbeitsstellen (7), die vorzugsweise allesamt mit Robotern (21, 24) bestückt sind, werden die verschiedenen Arbeitsvorgänge bei der Teilefertigung durchgeführt. Hierbei finden vorzugsweise alle Handhabungs- und Transportvorgänge mit Robotern statt, wobei die Roboter einander die Teile zur Bearbeitung hinhalten oder ein Teil auch an einem stationären Arbeitsgerät (29) zur Bearbeitung halten. Die fertige Seitenwand (9) wird dann von einem Zuführroboter (24) an einen bereitstehenden leeren Spannrahmen (25) übergeben, positioniert und gespannt. Sie steht dann für die Weiterverarbeitung in der Heftstation (3) bereit.

Abwandlungen der gezeigten Ausführungsform sind in verschiedener Weise möglich. So kann die Zahl der Arbeitsstationen (2, 3, 4) und gegebenenfalls der Teilefertigungsbereich (6) sowie deren gegenseitige Zuordnung beliebig variieren. Die Teilefertigungsbereiche (6) können insbesondere von den Arbeitsstationen weiter entfernt sein, wobei sich in Stationsbereich Magazine für Werkstücke bzw. beladene Spannrahmen befinden. Außerdem kann die Fertigungsanlage (1) mehrere Einzelabschnitte mit Transferlinien (5) enthalten, die Werkstücke (8, 9, 10) können auch aus anderen Komponenten bestehen, wobei entlang einer Transferlinie (5) auch die schrittweise Fertigung von Baugruppen, wie z. B. kompletten Seitenwänden etc. stattfinden kann.

In einer weiteren Abwandlung ist es möglich, die Spannrahmen (25) nicht in die Teilefertigungsbereiche (6) für eine Neubestückung zurückzuführen, sondern an den Werkstückteilen (8, 9, 10) zu belassen und mit in die nächste und eventuell weitere Arbeitsstationen (3, 4) zu transportieren. In diesem Fall ist es günstig, die Spannrahmen (25) untereinander zu einem stabilen Rahmengerüst oder einem Käfig zu verbinden. Insbesondere werden die seitlichen Spannrahmen (25) mit den Traggerüst oder einer Palette für die Werkstücke verbunden. Der so gebildete Käfig kann die Werkstücke an allen vier Seiten geschlossen umgeben. Er kann aber auch einseitig offen und nur entsprechend ausgesteift sein.

Bei dieser Variante ist es zudem möglich, die Spannrahmen (25) als Transportwerkzeuge (17) auszubilden und einzusetzen. Zu diesem Zweck empfiehlt es sich, die Spannrahmen (25) mit geeigneten Wechselkupplungen zu versehen und gegebenenfalls solche Wechselkupplungen mehrfach und zusätzlich anzuordnen. Die als Transportwerkzeug dienenden Spannrahmen (25) können dadurch von den Transferrobotern (15, 16) übernommen und zu Transportzwecken gehandhabt werden. Die Spannrahmen (25) können dazu in der jeweiligen Arbeitsstation (3, 4) von den Zuführrobotern (24) gelöst und an die Transferroboter (15, 16) übergeben werden. Alternativ ist es auch möglich, die Spannrahmen

(25) in der Arbeitsstation (3, 4) auf geeignete Weise lösbar zu fixieren. Dadurch können die Zuführroboter (24) die Spannrahmen (25) frühzeitig freigeben, wobei sie über die stationären Fixierungen bis zur Übernahme durch die Transferroboter (15, 16) gehalten werden.

In einer weiteren Ausgestaltung ist es bei einer entsprechend leichtgewichtigen Konstruktion der Spannrahmen (25) möglich, in diesen Spannrahmen Greif- und Spannfunktionen miteinander zu vereinen. Die Spannrahmen (25) können dann nicht nur an den Rahmenaufnahmen (26) gehalten werden, sondern als Tragelement in den Teilefertigungsbereichen (6) zirkulieren. Geeignete leichtgewichtige und relativ schwache Greifer ermöglichen eine Bestückung mit Einzelteilen und deren Bearbeitung im Teilefertigungsbereich (6). Der auf diese Weise z. B. nach und nach mit einer Baugruppe (9, 10) versehene Spannrahmen (25) wird dann direkt oder unter Zwischenlagerung in einer Rahmenaufnahme (26) an den Zuführroboter (24) übergeben. In der Arbeitsstation (3, 4) führt der Spannrahmen dann außer Greif- und Haltefunktionen auch Spannfunktionen aus, indem er zusammengehörige Werkzeuge faßt und gegeneinander spannt sowie in Position bringt. Dabei muß der Spannrahmen (25) auch die gegebenenfalls aus Toleranzen oder einem Verzug der Werkstücke erforderlichen Verformungskräfte aufbringen, um die Werkstückteile in die für den Bearbeitungsprozeß erforderliche Lage oder Form zu bringen. Auch in diesem Fall ist der Spannrahmen (25) in geeigneter Weise mit ein- oder mehreren Wechselkupplungen versehen, die eine Handhabung durch Roboter (15, 16, 21, 23, 24) und gegebenenfalls eine Übergabe zwischen den Robotern erlauben.

Beim Einsatz als Transportwerkzeug (17) werden die Spannrahmen (25) nach Beendigung ihrer Aufgabe vom Werkstück (8, 9, 10) gelöst und vorzugsweise im Kreislauf wieder an die Ausgangs-Arbeitsstation (3, 4) zurückgeführt. Gegebenenfalls kann auch eine Rückführung in den dort angeschlossenen Teilefertigungsbereich (6) für eine Neubestückung mit Werkstückeinteilen erfolgen.

Bezugszeichenliste

- 1 Fertigungsanlage
- 2 Arbeitsstation, Vorfertigen
- 3 Arbeitsstation, Heften
- 4 Arbeitsstation, Ausschweißen
- 5 Transferlinie
- 6 Teilefertigungsbereich
- 7 Arbeitsstelle
- 8 Werkstück, Bodengruppe
- 9 Baugruppe, Seitenwand
- 10 Baugruppe, Dach
- 11 Werkstückaufnahme
- 12 Stationsrahmen, Portal
- 13 Positioniervorrichtung
- 14 Transporteinheit
- 15 Roboter, Transferroboter
- 16 Roboter, Transferroboter
- 17 Transportwerkzeug
- 18 Wechselkupplung
- 19 Werkzeug, Schweißwerkzeug
- 20 Magazin
- 21 Bearbeitungsroboter
- 22 Bearbeitungswerkzeug
- 23 Portalroboter
- 24 Zuführroboter
- 25 Spannrahmen
- 26 Rahmenaufnahme
- 27 Ablage

28 Ablage
29 Arbeitsgerät

Patentansprüche

1. Verfahren zum Fertigen von komplexen Werkstücken, insbesondere von Fahrzeugkarosserien, in einer Fertigungsanlage, in der die Werkstücke entlang einer Transferlinie durch mehrere Arbeitsstationen transportiert und dort bearbeitet werden, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Werkstücke (8) mit roboterunterstützten Transporteinheiten (14) zwischen den Arbeitsstationen (2, 3, 4) transportiert werden. 10
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Werkstücke (8) von jeweils mindestens zwei beidseits der Transferlinie (5) angeordneten Transferrobotern (15, 16) in einer abgestimmten Bewegung von einer Arbeitsstation (2, 3) in die benachbarte Arbeitsstation (3, 4) gehoben und dort positioniert werden. 15
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Transporteinheiten (14) nach dem Transport der Werkstücke (8) das Werkzeug wechseln und andere Bearbeitungsvorgänge an den Werkstücken (8) durchführen. 20
4. Verfahren nach Anspruch 1, 2 oder 3, dadurch gekennzeichnet, daß den Werkstücken (8) in den Arbeitsstationen (2, 3, 4) Einzelteile und/oder Baugruppen (9, 10) mit ein oder mehreren Zuführrobotern (24) zugeführt, positioniert und gespannt sowie gegebenenfalls mit anderen Robotern (21) bearbeitet werden. 25
5. Verfahren nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß die Einzelteile und/oder Baugruppen (9, 10) an Spannrahmen (25) zugeführt und positioniert werden. 30
6. Verfahren nach Anspruch 4 oder 5, dadurch gekennzeichnet, daß die Baugruppen (9, 10) in ein oder mehreren, ein- oder beidseits an die Arbeitsstationen (2, 3, 4) angeschlossenen Teilefertigungsbereichen (6) hergestellt werden. 35
7. Verfahren nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß die fertigen Baugruppen (9, 10) aus dem oder den Teilefertigungsbereich(en) (6) an der Arbeitsstationen (2, 3, 4) an Spannrahmen (25) übergeben werden, die in ein oder mehreren Rahmenaufnahmen (26) im Arbeitsbereich der Zuführroboter (24) bereitgehalten und gewechselt werden. 40
8. Verfahren nach Anspruch 1 oder einem der folgenden, dadurch gekennzeichnet, daß die Werkstücke (8) in den Arbeitsstationen (2, 3, 4) und in ein oder mehreren gegebenenfalls angeschlossenen Teilefertigungsbereichen (6) ausschließlich mit Robotern (15, 16, 21, 22, 23, 24) gehandhabt und/oder bearbeitet werden. 45
9. Verfahren nach Anspruch 1 oder einem der folgenden, dadurch gekennzeichnet, daß die Spannrahmen (25) am Werkstück (8, 9, 10) verbleiben und als Transportwerkzeuge (17) eingesetzt werden. 50
10. Verfahren nach Anspruch 1 oder einem der folgenden, dadurch gekennzeichnet, daß die Spannrahmen (25) in den Teilefertigungsbereichen (6) zirkulieren und mit Werkstückteilen bestückt werden. 55
11. Vorrichtung zum Fertigen von komplexen Werkstücken, insbesondere von Fahrzeugkarosserien, in einer Fertigungsanlage mit mehreren entlang einer Transferlinie angeordneten und mit Robotern ausgerüsteten Arbeitsstationen, wobei ein oder mehrere Transporteinheiten für den Transport der Werkstücke durch die Arbeitsstationen vorgesehen sind, **dadurch gekennzeichnet**, daß zwischen den Arbeitsstationen (2, 3, 4) 60

- roboterunterstützte Transporteinheiten (14) für den Transport der die Werkstücke (8) angeordnet sind.
12. Vorrichtung nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, daß die Transporteinheiten (14) zwei oder mehr beidseits der Transferlinie (5) angeordnete und aufeinander abgestimmte Transportroboter (15, 16) mit Transportwerkzeugen (17) aufweisen.
 13. Vorrichtung nach Anspruch 11 oder 12, dadurch gekennzeichnet, daß die Transportroboter (15, 16) Wechselkupplungen (18) und austauschbare Werkzeuge (19), insbesondere Schweißwerkzeuge, aufweisen.
 14. Vorrichtung nach Anspruch 13, dadurch gekennzeichnet, daß die Austauschwerkzeuge (19) in ein oder mehreren Magazinen (20) an oder zwischen den Arbeitsstationen (2, 3, 4) angeordnet sind.
 15. Vorrichtung nach Anspruch 11 oder einem der folgenden, dadurch gekennzeichnet, daß an ein oder mehreren Arbeitsstationen (2, 3, 4) ein oder mehrere Zuführroboter (24) für Einzelteile und/oder Baugruppen (9, 10) angeordnet sind.
 16. Vorrichtung nach Anspruch 11 oder einem der folgenden, dadurch gekennzeichnet, daß an ein oder mehreren Arbeitsstationen (2, 3, 4) ein- oder beidseits ein oder mehrere Teilefertigungsbereiche (6) angeschlossen sind.
 17. Vorrichtung nach Anspruch 11 oder einem der folgenden, dadurch gekennzeichnet, daß ein oder mehrere Spannrahmen (25) für die Einzelteile und/oder Baugruppen (9, 10) vorgesehen sind.
 18. Vorrichtung nach Anspruch 17, dadurch gekennzeichnet, daß die Spannrahmen (25) als Transportwerkzeuge (17) ausgebildet sind.
 19. Vorrichtung nach Anspruch 17 oder 18, dadurch gekennzeichnet, daß die Spannrahmen (25) ein oder mehrere Wechselkupplungen (18) aufweisen.

Hierzu 6 Seite(n) Zeichnungen

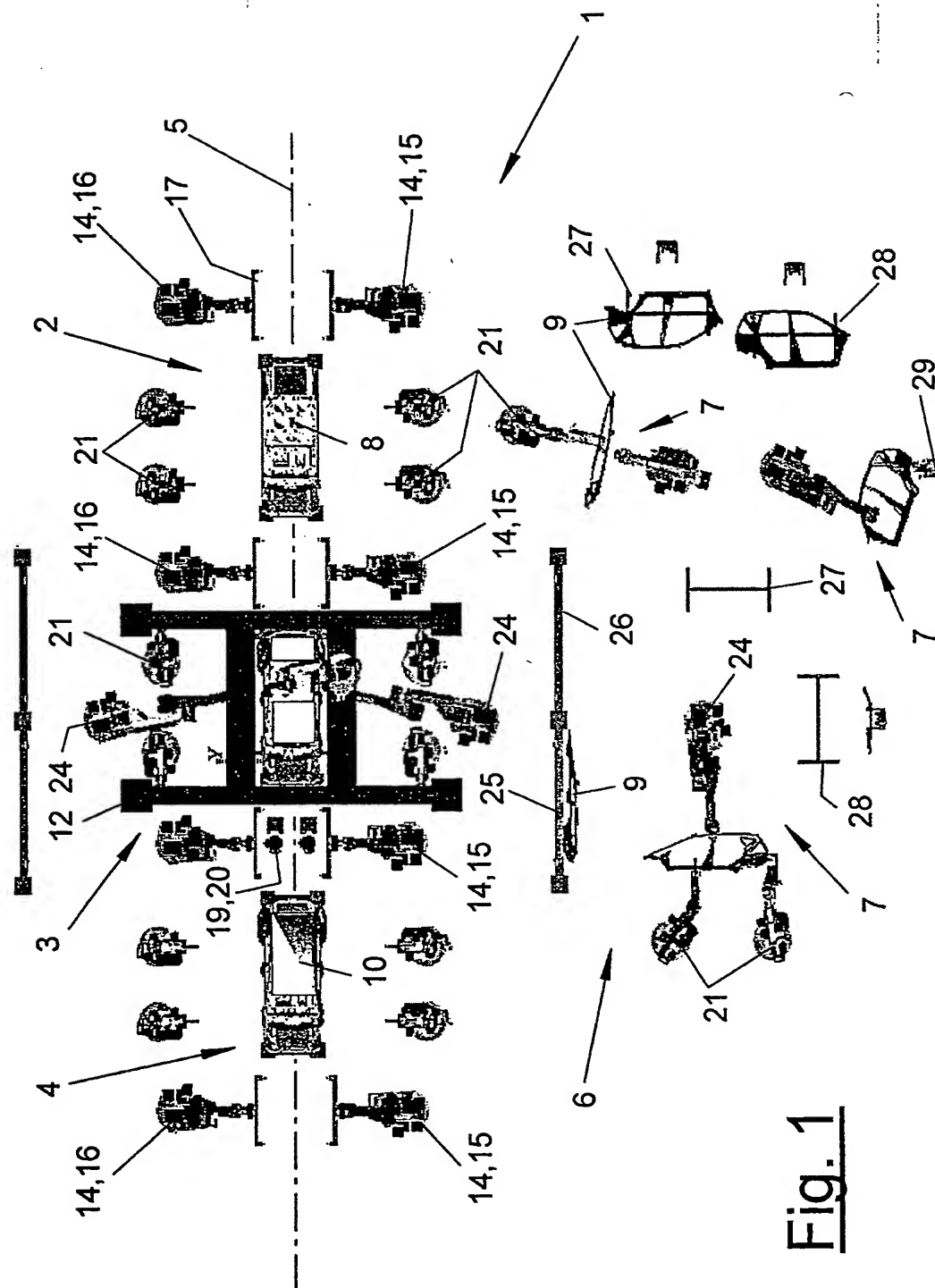


Fig. 1

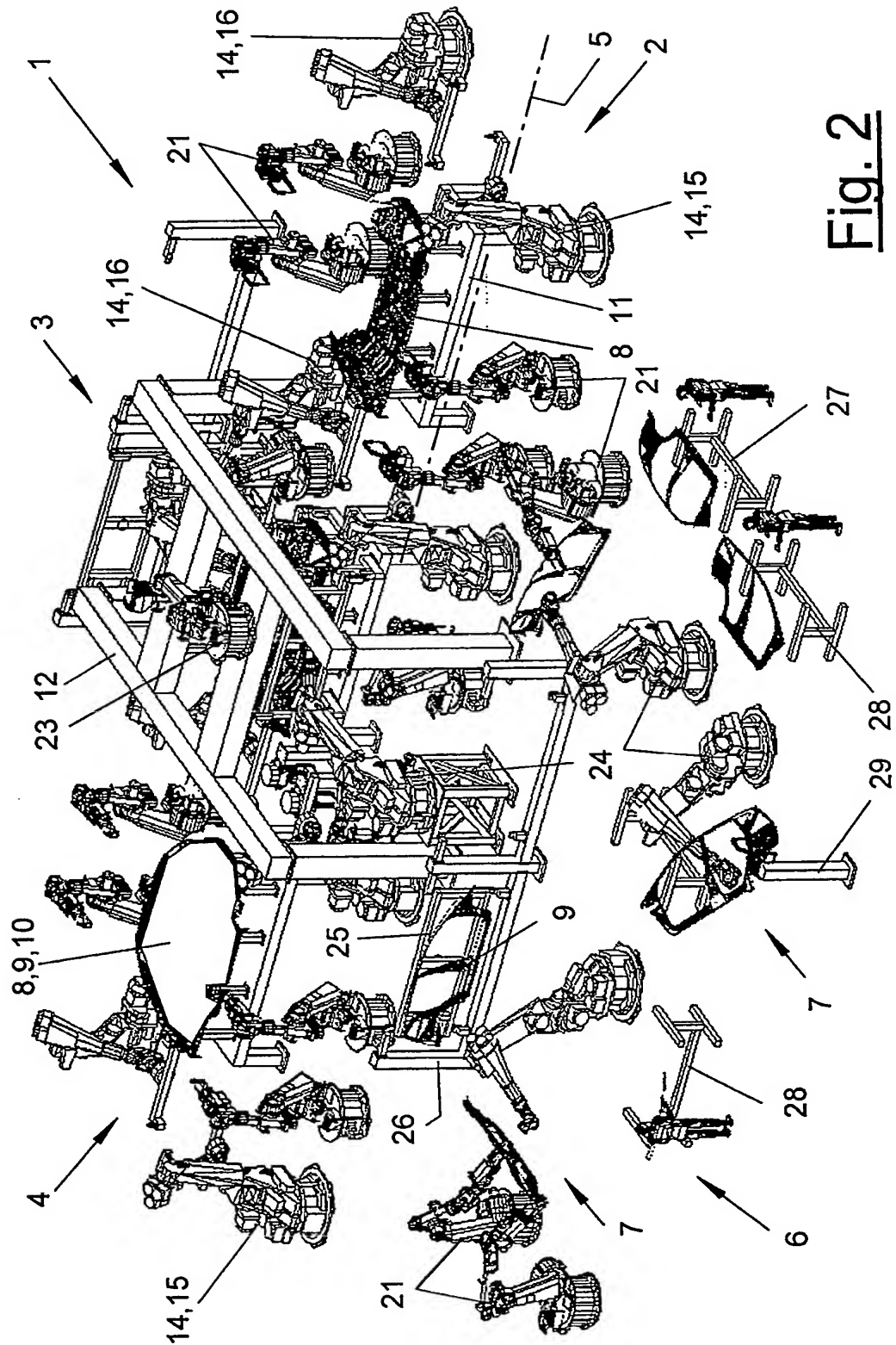
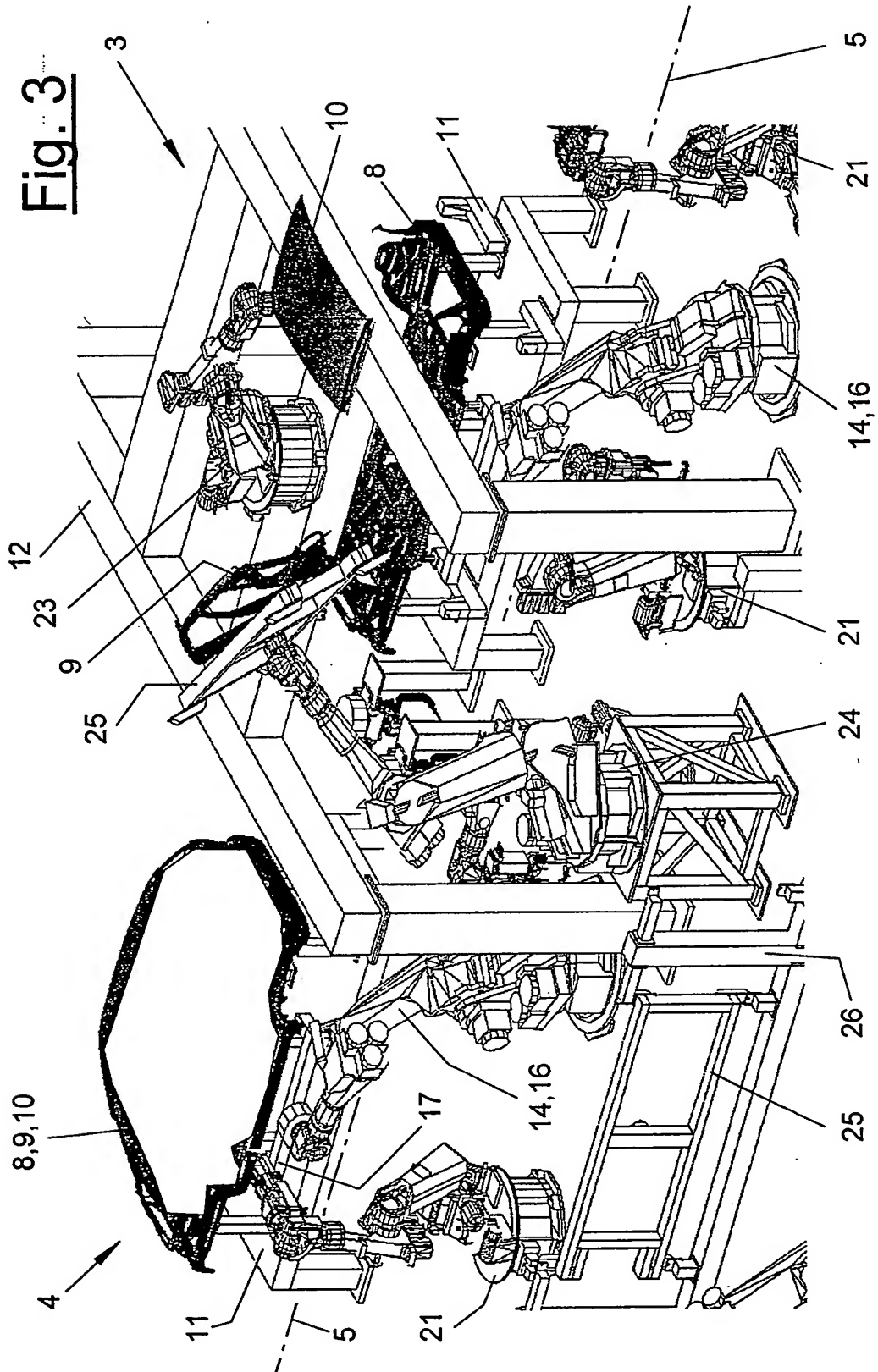


Fig. 2



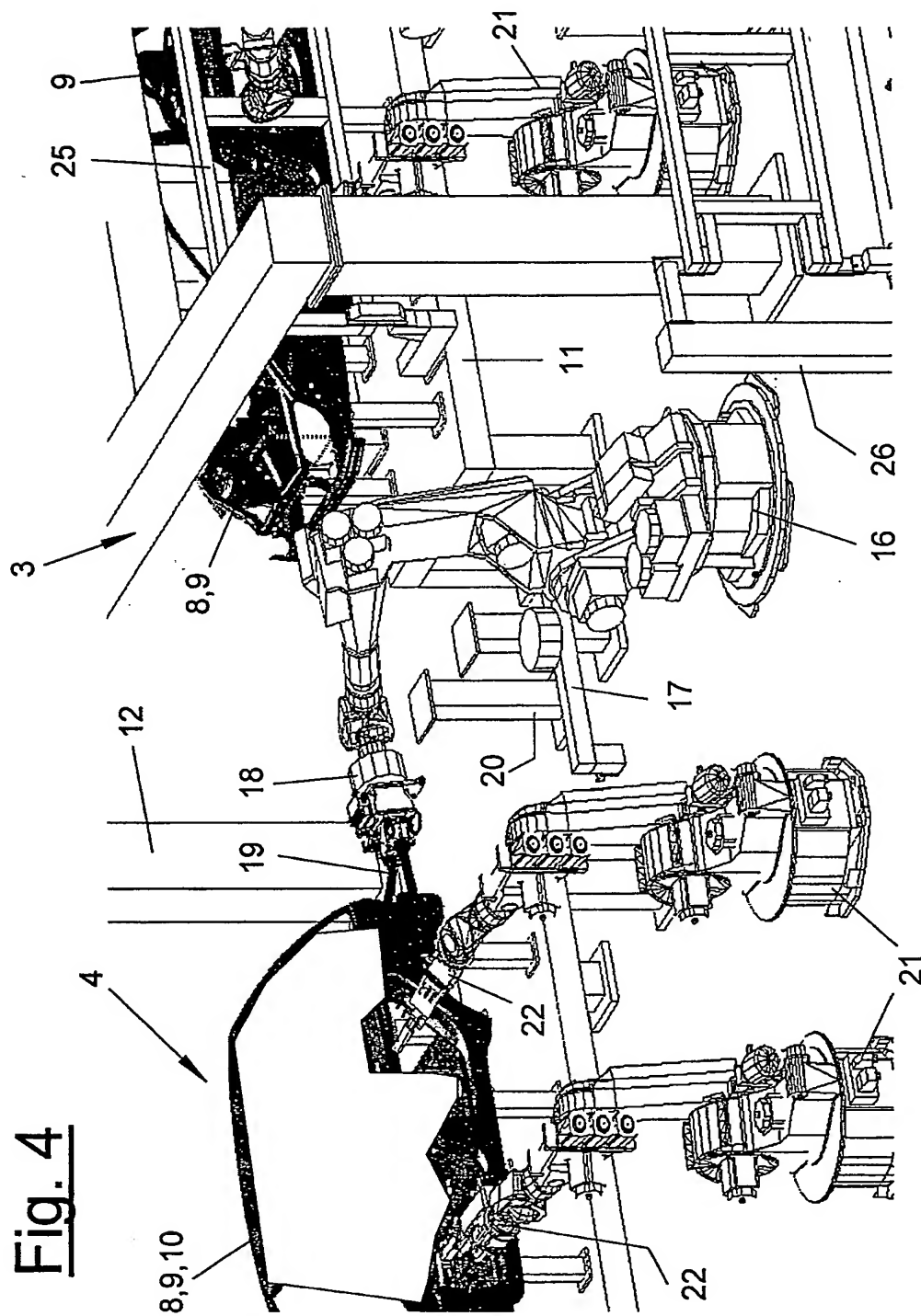


Fig. 4

Fig. 5

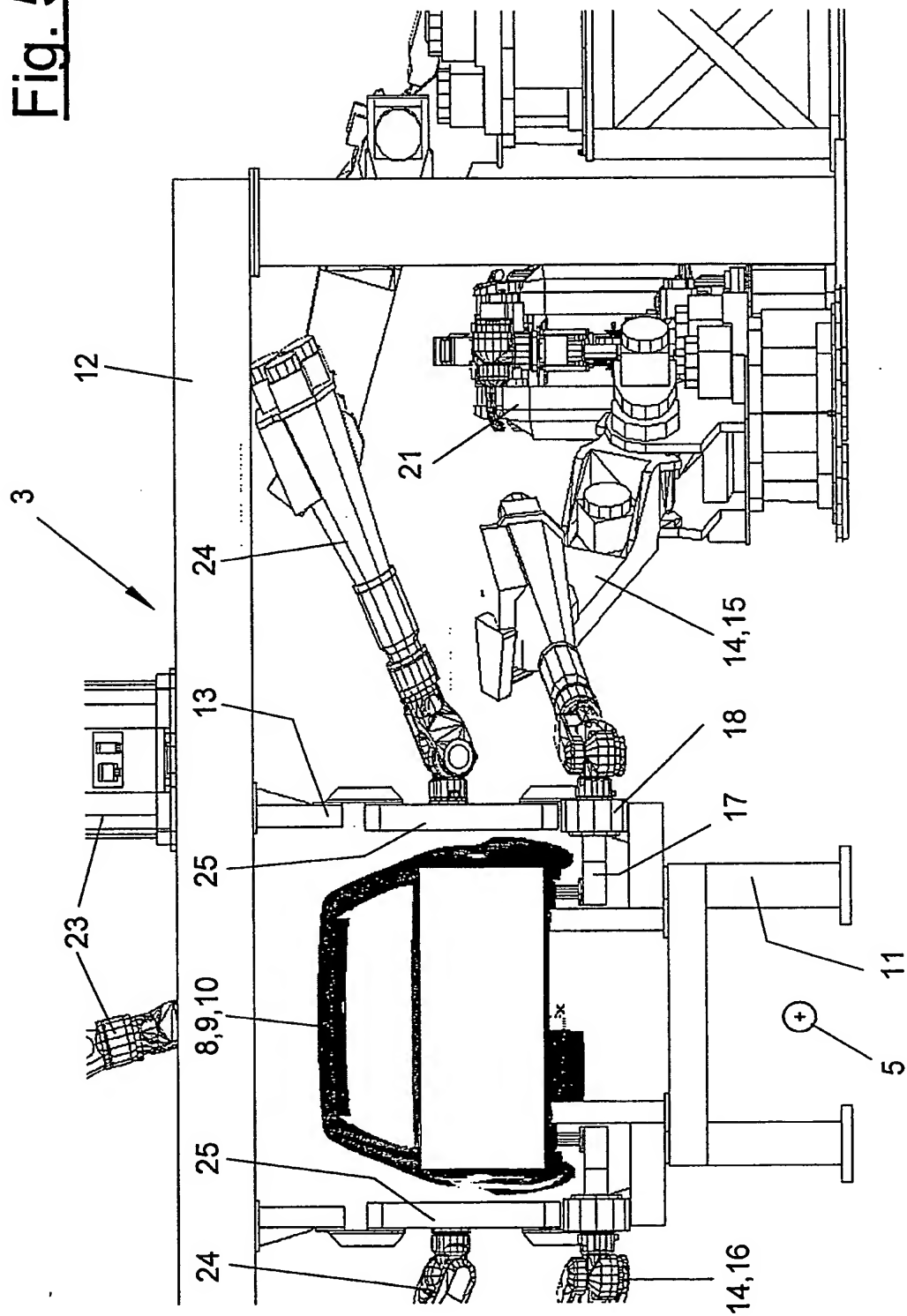
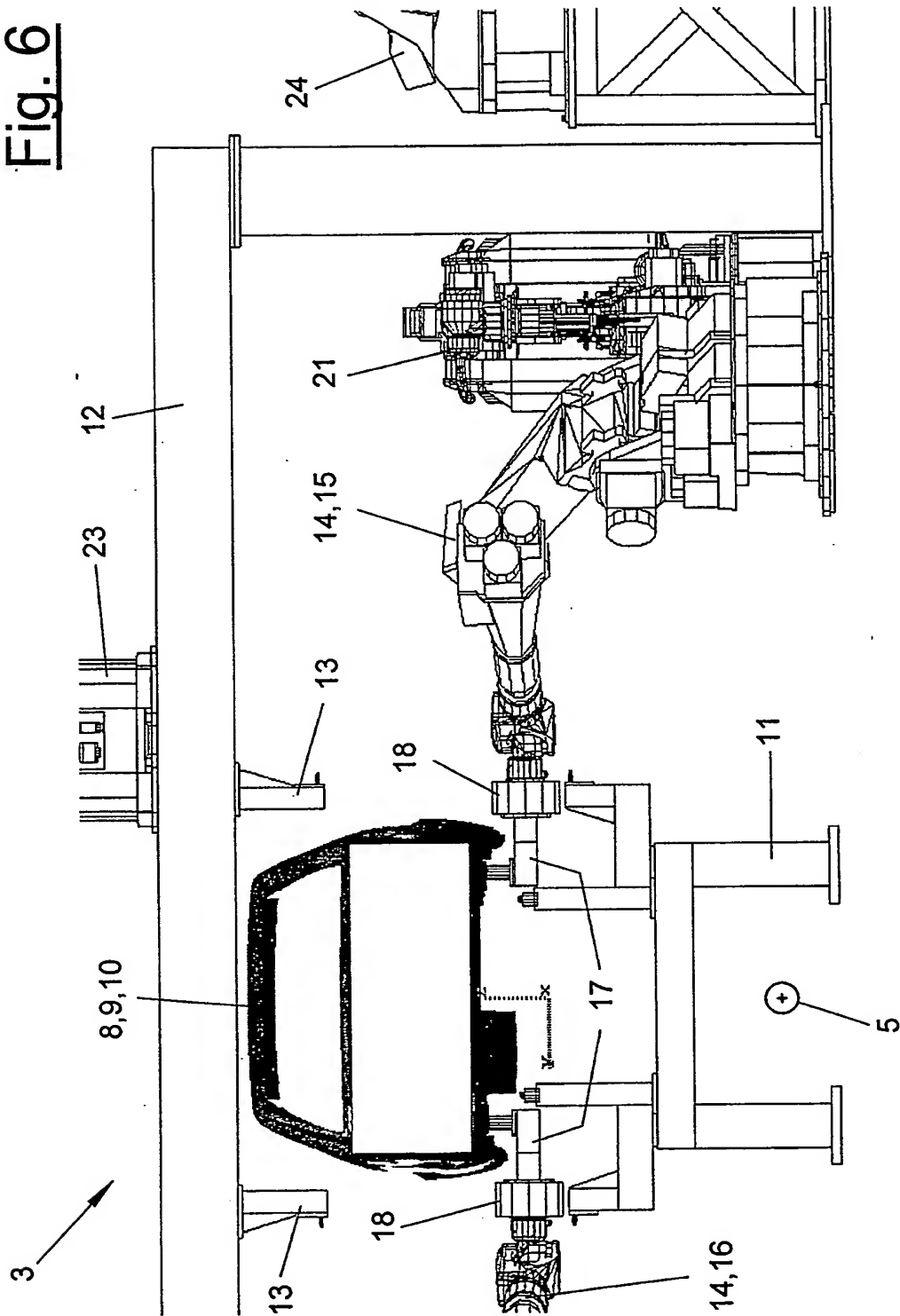


Fig. 6



**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☒ FADED TEXT OR DRAWING
- ☒ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☐ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☒ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.